

PUBLICATION NUMBER : 08222928  
 PUBLICATION DATE : 30-08-96

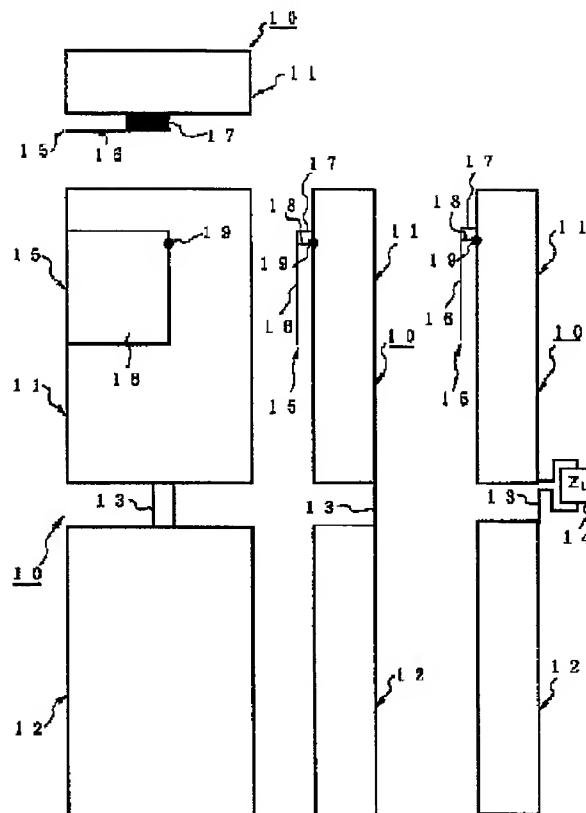
APPLICATION DATE : 15-02-95  
 APPLICATION NUMBER : 07051746

APPLICANT : CASIO COMPUT CO LTD;

INVENTOR : HIROSE MASANOBU;

INT.CL. : H01Q 1/24 H01Q 13/08 H04B 1/38

TITLE : ANTENNA SYSTEM



ABSTRACT : PURPOSE: To improve the antenna gain in the antenna system having an inverted F shaped plate antenna as a built-in antenna advantageous to be adopted for a portable ratio equipment such as a portable telephone set at an upper part of one side of a metallic casing.

CONSTITUTION: The antenna system is provided with an inverted F shaped plate antenna (PIFA) 15 at an upper part of one side of a metallic casing 10, and the metallic case 10 is made up of an upper metallic casing 11 and a lower metallic casing 12, the PIFA 15 is fitted to one side of the upper metallic casing 11 and the upper metallic casing 11 and the lower metallic casing 12 are connected by a conductive metallic plate 13. Then a feeding point 19 of the metallic plate 13 and of the PIFA 15 is located nearly in the middle of one side of the metallic casing 10 in the broadwise direction. Furthermore, the metallic plate 13 is located on the other side of the metallic casing 10 to the side with the PIFA 15 is fitted thereto. Moreover, a passive element 14 is provided to the metallic plate 13.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

EP43149 (5) b)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-222928

(43) 公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 Q 1/24

13/08

H 04 B 1/38

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 Q 1/24

13/08

H 04 B 1/38

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 FD (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平7-51746

(22) 出願日

平成7年(1995)2月15日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 廣瀬 雅信

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ

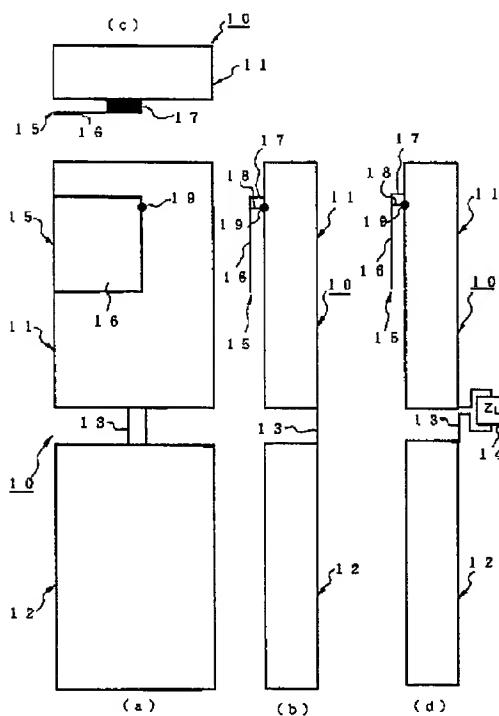
計算機株式会社羽村技術センター内

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【要約】

【目的】 携帯電話機等の携帯無線機に採用するのに有利な内蔵アンテナとしてのPIFA (板状逆Fアンテナ) を金属筐体の一面側の上部に備えるアンテナ装置において、アンテナ利得を向上する。

【構成】 金属筐体10の一面側の上部にPIFA15を備えるアンテナ装置であって、金属筐体10を上部金属筐体11と下部金属筐体12とに分割し、上部金属筐体11の一面側にPIFA15を取り付けて、上部金属筐体11と下部金属筐体12とを導電性の金属板13で接続する。そして、この金属板13とPIFA15の給電点19とを金属筐体10の前記一面側の幅方向のほぼ中央部に位置させる。また、金属板13を金属筐体10に対しPIFA15を取り付けた面と反対の面側に位置させる。さらに、金属板13に受動素子14を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属筐体の一面側に板状逆Fアンテナを備えるアンテナ装置であって、前記金属筐体を第1金属筐体と第2金属筐体とに分割し、前記第1金属筐体の一面側に前記板状逆Fアンテナを取り付けて、前記第1金属筐体と前記第2金属筐体とを接続部材を介して実質的に短絡させるとともに、この接続部材と前記板状逆Fアンテナの給電点とを前記金属筐体の前記一面側の幅方向のほぼ中央部に位置させたことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項2】 前記接続部材を前記金属筐体に対し前記板状逆Fアンテナを取り付けた面と反対の面側に位置させたことを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

【請求項3】 前記接続部材を前記金属筐体に対し前記板状逆Fアンテナを取り付けた面側に位置させたことを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

【請求項4】 前記接続部材は絶対値が100Ω以下のリアクタンス成分を有することを特徴とする請求項1、2または3記載のアンテナ装置。

【請求項5】 前記接続部材は導電性部材と受動素子とで構成されていることを特徴とする請求項4記載のアンテナ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、板状逆Fアンテナ（以下、PIFAと呼ぶ）と二分割の金属筐体とで構成されるアンテナ装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近々、PHS（パーソナルハンディホンシステム）のサービスが開始されるようになることから、携帯用情報端末機としての携帯電話はより一層の普及が期待されている。携帯電話機は、小型軽量化を目指して開発が進められており、携帯性・扱い易さ・デザインの自由度の点から、小型で内蔵可能なアンテナの開発が望まれている。ところで、アンテナとしては、従来一般によく使われているものとして、ホイップアンテナ、PIFA等がある。

【0003】 例えば、従来例としてPIFAを使用したアンテナ装置をモデル化したものを図21(a), (b), (c)に示し、図中、21は金属筐体、25はPIFA、26は放射素子、27は短絡端子、28は給電端子、29は給電点である。即ち、このアンテナ装置は、図示ように、金属筐体21の一面側の上部にPIFA25を取り付けて、PIFA25の給電点29を金属筐体21の一面側の幅方向のほぼ中央部に位置させた構成である。なお、金属筐体21の高さは1波長程度となっていて、PIFA25は小型で携帯電話機に内蔵される。

【0004】 また、各種アンテナの給電点から約1/4波長離れた筐体部分に切り込みを入れて、筐体上に流れる電流を変化させることにより、筐体によるアンテナ利得の水平面における低下を防ぐようにした技術が、特開平5-327527号公報にて提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、携帯電話機で従来よく使われている前述したホイップアンテナは、アンテナ利得パターン特性の点で優れているが、アンテナが筐体から外部に突出して長いという欠点があった。また、比較的短い1/4モノポールアンテナは、金属筐体長が1波長程度になると、アンテナパターンが30度程度下方に傾くために、水平面内のアンテナ利得が約6dB低下してしまうという欠点があった。

【0006】 そして、PIFAを使用したアンテナ装置（図21参照）の場合には、金属筐体に流れる高周波電流の影響により放射パターンが乱されてしまうという問題があった。

【0007】 さらに、前記特開平5-327527号公報にて提案されたアンテナ装置では、アンテナの給電点から約1/4波長離れた筐体部分の切り込みの長さが約1/4波長であることに加え、その切り込みを機械的加工により入れるために、寸法上の制約があり、筐体設計の上の自由度が小さいという欠点があった。

【0008】 本発明の課題は、携帯電話機等の携帯無線機に採用するのに有利な内蔵アンテナとしてのPIFAを金属筐体の一面側に備えるアンテナ装置において、アンテナ利得を向上することである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 以上の課題を解決すべく請求項1記載の発明は、金属筐体の一面側にPIFAを備えるアンテナ装置であって、前記金属筐体を第1金属筐体と第2金属筐体とに分割し、前記第1金属筐体の一面側に前記PIFAを取り付けて、前記第1金属筐体と前記第2金属筐体とを接続部材を介して実質的に短絡させるとともに、この接続部材と前記PIFAの給電点とを前記金属筐体の前記一面側の幅方向のほぼ中央部に位置させた構成を特徴としている。

【0010】 そして、請求項2記載の発明は、請求項1記載のアンテナ装置において、前記接続部材を前記金属筐体に対し前記PIFAを取り付けた面と反対の面側に位置させた構成を特徴としている。

【0011】 また、請求項3記載の発明は、請求項1記載のアンテナ装置において、前記接続部材を前記金属筐体に対し前記PIFAを取り付けた面側に位置させた構成を特徴としている。

【0012】 さらに、請求項4記載の発明は、請求項1、2または3記載のアンテナ装置において、前記接続部材は絶対値が100Ω以下のリアクタンス成分を有するものである構成を特徴としている。

【0013】そして、請求項5記載の発明は、請求項4記載のアンテナ装置において、前記接続部材は導電性部材と受動素子とで構成されていることを特徴としている。

【0014】

【作用】請求項1記載の発明によれば、第1金属筐体の一面側に取り付けたPIFAの給電点と、第1金属筐体と第2金属筐体とを実質的に短絡させる接続部材とを、金属筐体の一面側の幅方向のほぼ中央部に位置させた構成のアンテナ装置なので、自由空間中および人体頭部・手に近接した状態でも、従来例との比較において、XYパターンとZXパターンともに放射パターンを改善できるとともに、水平面内垂直偏波利得についても最大利得・平均利得を改善できる。即ち、金属筐体の一面側にPIFAを備えた従来例よりアンテナ利得を改善できる。

【0015】そして、請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の接続部材を金属筐体に対しPIFAを取り付けた面と反対の面側に位置させた構成のアンテナ装置なので、PIFAを取り付けた面と反対の面側に位置した接続部材による第1金属筐体と第2金属筐体との接続によって、請求項1記載の発明による作用が得られる。

【0016】また、請求項3記載の発明によれば、請求項1記載の接続部材を金属筐体に対しPIFAを取り付けた面側に位置させた構成のアンテナ装置なので、PIFAを取り付けた面側に位置した接続部材による第1金属筐体と第2金属筐体との接続によって、請求項1記載の発明による作用が得られる。

【0017】さらに、請求項4記載の発明によれば、請求項1、2または3記載の接続部材を絶対値が100Ω以下のリアクタンス成分を有するものとした構成のアンテナ装置なので、リアクタンスの設定によって、アンテナ利得、特に、仰角方向のアンテナ利得の改善度合を調整できる。

【0018】そして、請求項5記載の発明によれば、請求項4記載の接続部材が導電性部材と受動素子とで構成されているので、リアクタンスの設定を簡単に行うことができる。

【0019】

【実施例】以下に、本発明に係るアンテナ装置の実施例を図1から図20に基づいて説明する。先ず、図1は本発明を適用した一例としてのPIFAを使用したアンテナ装置をモデル化して示すもので、(a)はPIFAを取り付けた面側から見たアンテナ装置の正面図、(b)は同じく側面図、(c)は同じく平面図であり、図中、10は金属筐体、11は上部金属筐体、12は下部金属筐体、13は金属板、15はPIFA、16は放射素子、17は短絡端子、18は給電端子、19は給電点である。

【0020】即ち、このアンテナ装置は、これを内蔵する携帯電話機としてPHS用子機に適用するもので、完

全導体直方体として示す金属筐体10の高さは、使用する周波数帯域の1波長程度となっていて、この金属筐体10は、図示のように、上下に二等分して分割された上部金属筐体11と下部金属筐体12とからなる。この上部金属筐体11および下部金属筐体12は、金属板を加工したものでも、樹脂製筐体の外表面または内表面に金属メッキを施したものでもよい。なお、上部金属筐体11には、例えば、送信回路や受信回路などの高周波回路部が収納され、また、下部金属筐体12には、その他の回路、例えば、制御回路や電源回路などの低周波回路部が収納されている。

【0021】そして、以上の如く分割された上部金属筐体11と下部金属筐体12との間を所定間隔だけ離して、その間を、金、銀、銅等の導電性の高い金属板13により互いに接続している。この金属板13による接続によって、上部金属筐体11と下部金属筐体12との間を高周波電流が流れる。なお、上部金属筐体11と下部金属筐体12との電気的接続は、図1(d)に示すように、金属板13と上部金属筐体11との間に受動素子14を介設させたものでもよい。この受動素子14は、コンデンサやコイルなどによるもので、後述するように、接続部にリアクタンス成分ZLを付与するものである。また、上部金属筐体11に収納された回路部と下部金属筐体12に収納された回路部とは、図示しない接続線で接続されている。図示しないが、その接続構造は、上部金属筐体11と下部金属筐体12とが接続線を介して高周波的に短絡しないような適宜の構造となっている。

【0022】また、上部金属筐体11の一面側の上部には、PIFA15が取り付けられている。即ち、PIFA15は、板状の放射素子16に、その上辺部から直角方向に伸びる板状の短絡端子17と、右辺部から直角方向に伸びる棒状または線状の給電端子18とを備えたものである。このPIFA15の放射素子16は、上部金属筐体11の表面の上部に対し、短絡端子17および給電端子18を介して接続されている。また、この放射素子16への給電は、給電端子18を介して行われ、19がその給電点である。

【0023】以上において、図1(a)に示したように、所定間隔だけ離れた上部金属筐体11と下部金属筐体12との間を接続する金属板13(受動素子14も含む)と、PIFA15の給電点19とが、金属筐体10(上部金属筐体11および下部金属筐体12)の表面幅方向のほぼ中央部に位置する構成となっている。そして、上部金属筐体11と下部金属筐体12との間を接続する金属板13(受動素子14も含む)は、図1(b)および図1(d)に示したように、金属筐体10(上部金属筐体11および下部金属筐体12)に対して、PIFA15を取り付けた表面とは反対の背面側に位置する構成となっている。

【0024】次に、以上の構成によるアンテナ装置によ

り得られるアンテナ利得  $G \theta$  の自由空間中での計算値による XY パターンおよび ZX パターンの放射特性について、図 2 1 に示した従来例によるもの等と比較して説明する。ここで、上部金属筐体 1 1 への PIFA 1 5 の配置と X, Y, Z 方向を示した図 2 のように、金属筐体 1 0 を中心として、PIFA 1 5 の放射素子 1 6 の板面と交差する直角方向を X 方向、PIFA 1 5 の放射素子 1 6 の板面と平行する水平方向を Y 方向、PIFA 1 5 の放射素子 1 6 の板面と平行する垂直方向を Z 方向とする。

【0025】始めに、1.9 GHz におけるアンテナ利得  $G \theta$  の自由空間中での計算値による XY パターンの放射特性を示す図 3 において、図 2 1 に示した従来例による特性を破線、図 1 (b) に示した如く上部金属筐体 1 1 および下部金属筐体 1 2 間を金属板 1 3 のみで接続したショートの場合の特性を実線、上部金属筐体 1 1 と下部金属筐体 1 2 を金属板 1 3 等で接続せずに切り離したオープンの場合の特性を 1 点鎖線、図 1 (d) に示した如く上部金属筐体 1 1 および下部金属筐体 1 2 間を金属板 1 3 および受動素子 1 4 を介して接続した状態で、その受動素子 1 4 のリアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 20 \Omega$  とした場合の特性を 2 点鎖線、同じくリアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 50 \Omega$  とした場合の特性を 3 点鎖線、リアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 100 \Omega$  とした場合の特性を 4 点鎖線で、それぞれ示している。また、アンテナパターンは垂直偏波成分のみを考えており、この点は以下も同様である。

【0026】図 3 に示すように、1.9 GHz におけるアンテナ利得  $G \theta$  の自由空間中での計算値による XY パターンの放射特性については、従来例による破線特性と比較して、上部金属筐体 1 1 および下部金属筐体 1 2 間を金属板 1 3 のみで接続したショートの場合は、実線特性で示した通り、金属筐体 1 0 に対し PIFA 1 5 が位置するほぼ +X 方向の利得が最も改善される。そして、上部金属筐体 1 1 と下部金属筐体 1 2 を切り離したオープンの場合でも、1 点鎖線特性で示した通り、ほぼ +X 方向での利得の改善が見られ、さらに、上部金属筐体 1 1 および下部金属筐体 1 2 間を接続する金属板 1 3 に介設した受動素子 1 4 のリアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 20 \Omega$  とした場合は、2 点鎖線特性で示した通り、同じくリアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 50 \Omega$  とした場合は、3 点鎖線特性で示した通り、リアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 100 \Omega$  とした場合は、4 点鎖線特性で示した通り、何れの場合もほぼ +X 方向において、ショートの場合の実線特性とオープンの場合の 1 点鎖線特性との間に位置して、ほぼ +X 方向の利得が何れも改善される。

【0027】図 4 に示すように、1.9 GHz におけるアンテナ利得  $G \theta$  の自由空間中での計算値による ZX パターンの放射特性についても、従来例による破線特性と比較して、上部金属筐体 1 1 および下部金属筐体 1 2 間

を金属板 1 3 のみで接続したショートの場合は、実線特性で示した通り、PIFA 1 5 に対し上方側である  $Z \geq 0$  の領域の利得が極一部を除いて最も改善される。そして、上部金属筐体 1 1 と下部金属筐体 1 2 を切り離したオープンの場合でも、1 点鎖線特性で示した通り、 $Z \geq 0$  の領域での利得の改善が見られ、さらに、上部金属筐体 1 1 および下部金属筐体 1 2 間を接続する金属板 1 3 に介設した受動素子 1 4 のリアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 20 \Omega$  とした場合は、2 点鎖線特性で示した通り、同じくリアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 50 \Omega$  とした場合は、3 点鎖線特性で示した通り、リアクタンス成分  $Z_L$  を  $+j 100 \Omega$  とした場合は、4 点鎖線特性で示した通り、何れの場合も  $Z \geq 0$  の領域において、ショートの場合の実線特性とオープンの場合の 1 点鎖線特性との間に位置して、 $Z \geq 0$  の領域の利得が何れも改善される。

【0028】従って、図 1 に示した本発明の第 1 実施例の構成によるアンテナ装置によれば、自由空間中において、金属筐体 1 0 に対し PIFA 1 5 が位置するほぼ +X 方向のアンテナ利得が改善され、しかも、PIFA 1 5 に対し上方側である  $Z \geq 0$  の領域のアンテナ利得が改善されることが判る。そして、上部金属筐体 1 1 および下部金属筐体 1 2 間を金属板 1 3 のみで接続したショートの場合において、ほぼ +X 方向のアンテナ利得が最も改善され、通常の電波環境下で有利な  $Z \geq 0$  の領域のアンテナ利得が最も改善されることが判る。

【0029】次に、携帯使用状態における人体頭部・手による影響を考慮した場合のアンテナ利得について説明する。ここで、図 5 に図 1 のアンテナ装置と人体の頭部および手との使用状態の関係をモデル化して斜視図により示すとともに、図 6 に同じく使用状態の関係をモデル化して正面図により示しており、H は人体頭部、h は手であり、図示のように、人体頭部 H は直方体、手 h は平面視コの字形の断面を持つ角柱でモデル化した。なお、図 5 に示した通り、人体頭部 H を中心として、前記図 2 に示したと同様に、PIFA 1 5 の放射素子 1 6 の板面と交差する直角方向を X 方向、PIFA 1 5 の放射素子 1 6 の板面と平行する水平方向を Y 方向、PIFA 1 5 の放射素子 1 6 の板面と平行する垂直方向を Z 方向とする。

【0030】また、図 7 は図 1 のアンテナ装置と人体の手との使用状態の関係をモデル化して側面図により示すとともに、図 8 に同じく使用状態の関係をモデル化して平面図により示している。そして、使用状態においては、図示のように、手 h から上方に PIFA 1 5 を含んで上部金属筐体 1 1 の上部が突出しているものとし、その場合の突出量を d とする。なお、次に説明する図 9 および図 10 では、d = 40 mm で、手 h と PIFA 1 5 の最短距離が 4 mm の場合としている。

【0031】先ず、図 9 に示すように、1.9 GHz におけるアンテナ利得  $G \theta$  の人体頭部・手に近接した状態

7  
での計算値によるX Yパターンの放射特性については、従来例による破線特性と比較して、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を金属板1 3のみで接続したショートの場合は、実線特性で示した通り、金属筐体1 0に対しPIFA1 5が位置するX≥0の領域の利得が最も改善される。そして、上部金属筐体1 1と下部金属筐体1 2を切り離したオープンの場合でも、1点鎖線特性で示した通り、X≥0の領域での利得の改善が見られ、また、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を接続する金属板1 3に介設した受動素子1 4のリアクタンス成分ZLを- j 1 0 0 Ωとした場合は、2点鎖線特性で示した通り、改善は見られないが、同じくリアクタンス成分ZLを- j 5 0 Ωとした場合は、3点鎖線特性で示した通り、リアクタンス成分ZLを- j 2 0 Ωとした場合は、4点鎖線特性で示した通り、何れの場合もX≥0の領域において、ショートの場合の実線特性とオープンの場合の1点鎖線特性との間にほぼ位置して、X≥0の領域の利得が何れも改善される。

【0032】図10に示すように、1. 9 GHzにおけるアンテナ利得Gθの人体頭部・手に近接した状態での計算値によるZXパターンの放射特性についても、従来例による破線特性と比較して、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を金属板1 3のみで接続したショートの場合は、実線特性で示した通り、人体頭部Hに対しPIFA1 5が位置するX≥0の領域で、かつ、PIFA1 5に対し上方側であるZ≥0の領域において、その斜め上方側の領域を除いて利得の改善が見られる。そして、上部金属筐体1 1と下部金属筐体1 2を切り離したオープンの場合でも、1点鎖線特性で示した通り、X≥0でZ≥0の領域での利得の改善が見られ、また、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を接続する金属板1 3に介設した受動素子1 4のリアクタンス成分ZLを- j 1 0 0 Ωとした場合は、2点鎖線特性で示した通り、改善は見られないが、同じくリアクタンス成分ZLを- j 5 0 Ωとした場合は、3点鎖線特性で示した通り、リアクタンス成分ZLを- j 2 0 Ωとした場合は、4点鎖線特性で示した通り、何れの場合もX≥0でZ≥0の領域において、その斜め上方側の領域を除いてショートの場合の実線特性とオープンの場合の1点鎖線特性との間に位置して、X≥0でZ≥0の領域の利得が何れも改善される。

【0033】従って、図1に示した本発明の第1実施例の構成によるアンテナ装置によれば、人体頭部・手に近接した状態においても、受動素子1 4のリアクタンス成分ZLを- j 1 0 0 Ωとした場合を除き、人体頭部Hに対しPIFA1 5が位置するX≥0の領域であって、PIFA1 5に対し上方側であるZ≥0の領域のアンテナ利得が改善されることが判る。このように、人体頭部Hと手hの影響が小さく、通常の通話使用状態での電波環境下で有利なX≥0でZ≥0の領域のアンテナ利得が改

善されることが判る。

【0034】次に、本発明の第2実施例について説明する。即ち、図11は本発明を適用した第2実施例としてのPIFAを使用したアンテナ装置をモデル化して示すもので、(a)はPIFAを取り付けた面側から見たアンテナ装置の正面図、(b)は同じく側面図、(c)は同じく平面図、(d)は受動素子を介設した場合の側面図であり、図中、前記第1実施例と同様の部材には同様の符号を付してある。

10 【0035】この第2実施例では、金属板1 3(受動素子1 4も含む)の位置が前記第1実施例と相違するだけで、他は前記第1実施例の構成と同様につきその説明を省略し、以下では、相違点についてのみ説明する。つまり、この第2実施例においては、上部金属筐体1 1と下部金属筐体1 2との間を接続する金属板1 3(受動素子1 4も含む)は、図11(b)に示したように、金属筐体1 0(上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2)に対して、PIFA1 5を取り付けた面と同じ表面側に位置する構成となっている。

20 【0036】次に、以上の第2実施例の構成によるアンテナ装置により得られるアンテナ利得Gθの自由空間中での計算値によるXYパターンおよびZXパターンの放射特性について、前記第1実施例と同様、図21に示した従来例によるもの等と比較して説明する。図22に示すように、1. 9 GHzにおけるアンテナ利得Gθの自由空間中での計算値によるXYパターンの放射特性については、従来例による破線特性と比較して、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を金属板1 3のみで接続したショートの場合は、実線特性で示した通り、前記第1実施例とほぼ同様、金属筐体1 0に対しPIFA1 5が位置するほぼ+X方向の利得が最も改善される。

30 【0037】そして、上部金属筐体1 1と下部金属筐体1 2を切り離したオープンの場合でも、前記第1実施例とほぼ同様、1点鎖線特性で示した通り、ほぼ+X方向での利得の改善が見られ、さらに、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を接続する金属板1 3に介設した受動素子1 4のリアクタンス成分ZLを+ j 2 0 Ωとした場合は、2点鎖線特性で示した通り、同じくリアクタンス成分ZLを+ j 5 0 Ωとした場合は、3点鎖線特性で示した通り、リアクタンス成分ZLを+ j 1 0 0 Ωとした場合は、4点鎖線特性で示した通り、何れの場合もほぼ+X方向において、前記第1実施例とほぼ同様、ショートの場合の実線特性とオープンの場合の1点鎖線特性との間に位置して、ほぼ+X方向の利得が何れも改善される。

40 【0038】図23に示すように、1. 9 GHzにおけるアンテナ利得Gθの自由空間中での計算値によるZXパターンの放射特性についても、従来例による破線特性と比較して、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を金属板1 3のみで接続したショートの場合は、実線

特性で示した通り、前記第1実施例とほぼ同様、P I F A 1 5に対し上方側である $Z \geq 0$ の領域の利得が極一部を除いて最も改善される。そして、上部金属筐体1 1と下部金属筐体1 2を切り離したオーブンの場合でも、1点鎖線特性で示した通り、前記第1実施例とほぼ同様、 $Z \geq 0$ の領域での利得の改善が見られ、さらに、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を接続する金属板1 3に介設した受動素子1 4のリアクタンス成分 $Z_L$ を $+j 20\Omega$ とした場合は、2点鎖線特性で示した通り、同じくリアクタンス成分 $Z_L$ を $+j 50\Omega$ とした場合は、3点鎖線特性で示した通り、リアクタンス成分 $Z_L$ を $+j 100\Omega$ とした場合は、4点鎖線特性で示した通り、何れの場合も $Z \geq 0$ の領域において、前記第1実施例とほぼ同様、ショートの場合の実線特性とオーブンの場合の1点鎖線特性との間に位置して、 $Z \geq 0$ の領域の利得が何れも改善される。

【0039】従って、図11に示した本発明の第2実施例の構成によるアンテナ装置によれば、自由空間中において、前記第1実施例と同様、金属筐体1 0に対しP I F A 1 5が位置するほぼ $+X$ 方向のアンテナ利得が改善され、しかも、P I F A 1 5に対し上方側である $Z \geq 0$ の領域のアンテナ利得が改善されることが判る。そして、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を金属板1 3のみで接続したショートの場合において、前記第1実施例と同様、ほぼ $+X$ 方向のアンテナ利得が最も改善され、通常の電波環境下で有利な $Z \geq 0$ の領域のアンテナ利得が最も改善されることが判る。

【0040】次に、携帯使用状態における人体頭部・手による影響を考慮した場合のアンテナ利得について説明する。なお、次に説明する図14および図15では、前記第1実施例と同様に、図5から図7において、 $d = 40\text{ mm}$ で、手 $h$ とP I F A 1 5の最短距離が4 mmの場合としている。

【0041】先ず、図14に示すように、1. 9 GHzにおけるアンテナ利得 $G \theta$ の人体頭部・手に近接した状態での計算値によるXYパターンの放射特性については、従来例による破線特性と比較して、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を金属板1 3のみで接続したショートの場合は、実線特性で示した通り、金属筐体1 0に対しP I F A 1 5が位置する $X \geq 0$ の領域の利得が最も改善される。そして、上部金属筐体1 1と下部金属筐体1 2を切り離したオーブンの場合でも、1点鎖線特性で示した通り、 $X \geq 0$ の領域での利得の改善が見られ、また、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を接続する金属板1 3に介設した受動素子1 4のリアクタンス成分 $Z_L$ を $-j 100\Omega$ とした場合は、2点鎖線特性で示した通り、改善は見られないが、同じくリアクタンス成分 $Z_L$ を $-j 50\Omega$ とした場合は、3点鎖線特性で示した通り、リアクタンス成分 $Z_L$ を $-j 20\Omega$ とした場合は、4点鎖線特性で示した通り、何れの場合も $X \geq 0$ で $Z \geq 0$ の領域において、その斜め上方側の領域を除いてショートの場合の実線特性とオーブンの場合の1点鎖線特性との間に位置して、 $X \geq 0$ で $Z \geq 0$ の領域の利得が何れも改善される。

【0042】図15に示すように、1. 9 GHzにおけるアンテナ利得 $G \theta$ の人体頭部・手に近接した状態での計算値による $Z X$ パターンの放射特性についても、従来例による破線特性と比較して、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を金属板1 3のみで接続したショートの場合は、実線特性で示した通り、人体頭部 $H$ に対しP I F A 1 5が位置する $X \geq 0$ の領域で、かつ、P I F A 1 5に対し上方側である $Z \geq 0$ の領域において、その斜め上方側の領域を除いて利得の改善が見られる。そして、上部金属筐体1 1と下部金属筐体1 2を切り離したオーブンの場合でも、1点鎖線特性で示した通り、 $X \geq 0$ で $Z \geq 0$ の領域での利得の改善が見られ、また、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を接続する金属板1 3に介設した受動素子1 4のリアクタンス成分 $Z_L$ を $-j 100\Omega$ とした場合は、2点鎖線特性で示した通り、改善は見られないが、同じくリアクタンス成分 $Z_L$ を $-j 50\Omega$ とした場合は、3点鎖線特性で示した通り、リアクタンス成分 $Z_L$ を $-j 20\Omega$ とした場合は、4点鎖線特性で示した通り、何れの場合も $X \geq 0$ で $Z \geq 0$ の領域において、その斜め上方側の領域を除いてショートの場合の実線特性とオーブンの場合の1点鎖線特性との間に位置して、 $X \geq 0$ で $Z \geq 0$ の領域の利得が何れも改善される。

【0043】従って、図11に示した本発明の第2実施例の構成によるアンテナ装置によれば、人体頭部・手に近接した状態においても、前記第1実施例と同様、受動素子1 4のリアクタンス成分 $Z_L$ を $-j 100\Omega$ とした場合を除き、人体頭部 $H$ に対しP I F A 1 5が位置する $X \geq 0$ の領域であって、P I F A 1 5に対し上方側である $Z \geq 0$ の領域のアンテナ利得が改善されることが判る。このように、人体頭部 $H$ と手 $h$ の影響が小さく、通常の通話使用状態での電波環境下で有利な $X \geq 0$ で $Z \geq 0$ の領域のアンテナ利得が改善されることが判る。

【0044】次に、自由空間中および人体頭部・手に近接した状態でのアンテナ利得の計算値と測定値について説明する。なお、次に説明する図16および図17では、周波数は測定の都合上、1. 87 GHzであるが、前述した1. 9 GHzの場合との相違はない。また、図16および図17において、従来例による計算値特性を破線、同じく測定値を○で、上部金属筐体1 1および下部金属筐体1 2間を金属板1 3のみで接続したショートの場合の計算値特性を実線、同じく測定値を×で、上部金属筐体1 1と下部金属筐体1 2を切り離したオーブンの場合の計算値特性を1点鎖線、同じく測定値を+で、それぞれ示している。

【0045】先ず、1. 87 GHzにおけるアンテナ利得 $G \theta$ の自由空間中での計算値と測定値によるXYパタ

ーンの放射特性については、図16に示す通りである。即ち、XY面内のパターンにおいて、ショートの場合には+X軸方向で最大利得-1.5dBd、平均利得-5.3dBdとなっており、従来例構造では最大利得-3.7dBd、平均利得-6.3dBdである。従って、最大利得は2.2dBdだけ改善され、平均利得は1.0dBdだけ改善される。

【0046】また、1.87GHzにおけるアンテナ利得Gθの自由空間中での計算値と測定値によるZXパターンの放射特性については、図17に示す通りである。即ち、ZX面内のパターンにおける最大利得（仰角）は、ショートの場合で0dBd(+59°)、従来例構造で0.5dBd(-46°)であり、最大利得についてはあまり変わらないが、その方向（仰角）については、ショートの場合は上を向き、Z>0の上半面で利得が大きくなっている。従って、これは基地局が子機よりも上にあると考えられるPHSの場合に有利である。

【0047】そして、図18は人体頭部・手に近接(d=40mmで、手hとPIFA15の最短距離が4mmの場合)した状態の各計算値と測定値を示すものである。なお、この場合、周波数は1.9GHzである。また、従来例構造の人体頭部・手によるアンテナ効率の低下は5.1dBで、ショートの場合でもほぼ同じである。ここで、図18において、従来例による計算値特性を破線、同じく測定値を○で、上部金属筐体11および下部金属筐体12間を金属板13のみで接続したショートの場合の計算値特性を実線、同じく測定値を×で、上部金属筐体11と下部金属筐体12を切り離したオープンの場合の計算値特性を1点鎖線、同じく測定値を\*で、それぞれ示している。

【0048】図18に示すように、XY面内のパターンにおいて、ショートの場合には+X軸方向で最大利得-5.9dBd、平均利得-11.3dBdとなっており、従来例構造では最大利得-9.1dBd、平均利得-13.3dBdである。従って、最大利得は3.2dBdだけ改善され、平均利得は2.0dBdだけ改善される。なお、図示しないが、ZX面内のパターンにおける最大利得（仰角）は、ショートの場合で-2.5dBd(-33°)、従来例構造で-3.0dBd(+68°)であり、最大利得についてはあまり変わらないが、その方向（仰角）については、自由空間中と異なり、ショートの場合は下を向くが、Z>0の上半面の利得とほぼ同じであり、従来例構造とほぼ同じである。

【0049】次に、自由空間中(図19)および人体頭部・手に近接した状態(図20)でのアンテナ利得(水平面内垂直偏波)の平均利得と最大利得の変化の計算値と測定値について説明する。なお、次に説明する図19および図20において、従来例による計算値を×、同じく測定値を\*で、上部金属筐体11および下部金属筐体12間を金属板13および受動素子14を介して接続し

た場合の最大利得特性を実線、同じく平均利得特性を破線で、さらに、ショートおよびオープンの場合の測定値を○で、また、オープンの場合の計算値を+で、それぞれ示している。

【0050】即ち、図19および図20は、上部金属筐体11および下部金属筐体12間を接続する金属板13に介設した受動素子14のリアクタンス成分ZLを-200Ωから+200Ωまで変化させたときの、水平面内垂直偏波の平均利得と最大利得の変化を示したものである。図示のように、自由空間中および人体頭部・手に近接した場合の何れにおいても、ショート付近で最大利得・平均利得が最大となり、従来例構造よりも大きいことが判る。

【0051】以上に説明した各実施例と数値計算および実験から、従来例構造との比較により、水平面内垂直偏波利得において、

(1) 自由空間中で最大利得が2.2dB、平均利得が1.0dB改善し、アンテナ利得がZ>0の上半面でより大きくなる。

(2) 人体頭部・手が近接した状態で最大利得・平均利得は1dBから3dB改善し、手がPIFA15に近いほど改善の度合が大きい。という結果を得ることができた。なお、測定値については、第2実施例のアンテナ装置によるものについて説明し、第1実施例のアンテナ装置によるものについては省略したが、第1実施例のアンテナ装置によるものでも第2実施例のアンテナ装置による測定値とほぼ同様の測定値を得ることができる。

【0052】以上の通り、本発明の第1実施例のアンテナ装置および第2実施例のアンテナ装置によれば、自由空間中にあっても、携帯電話機としての通話使用状態である人体頭部・手に近接した状態であっても、従来例よりもアンテナ利得が高くなり、人体頭部と手の影響が小さいという優れた効果が得られる。

【0053】なお、以上の実施例においては、PHS用子機に内蔵するアンテナ装置としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の携帯電話機を含む携帯無線機にも適用できるものである。さらに、実施例では、上部金属筐体にPIFAを取り付けたが、下部金属筐体にPIFAを取り付けてもよく、要は、第1金属筐体と第2金属筐体とに二分割された金属筐体において、一方の金属筐体にPIFAを取り付けておけばよい。

【0054】また、実施例のアンテナ装置の形態のみに限らず、デザインや使用条件等に応じて最適の形態のものを選択すればよい。例えば、第1の金属筐体と第2の金属筐体の縦方向の長さ(高さ)を互いに異なるものとしてもよい。この場合、PIFAを取り付ける側の金属筐体の長さを短くする方が望ましい。金属筐体に人体が近接していると、金属筐体に流れる電流はアンテナから離れるに従って急速に減衰するが、アンテナ(PIFA)を取り付けた側の金属筐体の縦方向の長さを短くす

ると、第1および第2の実施例で説明した構造のものよりも、金属板13等を介して第2の金属筐体に流れ込む電流が多くなり、アンテナゲインが向上する。

【0055】また、金属筐体の横幅が狭くて、PIFAの給電点を金属筐体の幅方向の中央部に位置させることができない場合は、第1の金属筐体と第2の金属筐体とを電気的に接続する金属板13の設置位置を、給電点位置に対して左右対称となる位置にすればよい。即ち、PIFAの給電点位置が第1の金属筐体の幅方向中央部から右に距離aずれている場合には、金属板13の設置位置を前記中央部から左に距離aずれた位置にすればよい。その他、具体的な細部構造等についても適宜に変更可能であることは勿論である。

【0056】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明に係るアンテナ装置によれば、第1金属筐体の一面側に取り付けたPIFAの給電点と、第1金属筐体と第2金属筐体とを実質的に短絡させる接続部材とを、金属筐体の一面側の幅方向のほぼ中央部に位置させた構成のため、自由空間中および人体頭部・手に近接した状態でも、従来例との比較において、XYパターンとZXパターンとともに放射パターンを改善することができるとともに、水平面内垂直偏波利得についても最大利得・平均利得を改善することができる。即ち、金属筐体の一面側にPIFAを備えた従来例よりアンテナ利得を改善することができる。

【0057】そして、請求項2記載の発明に係るアンテナ装置によれば、PIFAを取り付けた面と反対の面側に位置した接続部材による第1金属筐体と第2金属筐体との接続によって、請求項1記載の発明による効果を得ることができる。

【0058】また、請求項3記載の発明に係るアンテナ装置によれば、PIFAを取り付けた面側に位置した接続部材による第1金属筐体と第2金属筐体との接続によって、請求項1記載の発明による効果を得ることができる。

【0059】さらに、請求項4記載の発明に係るアンテナ装置によれば、接続部材を絶対値が100Ω以下のリアクタンス成分を有するものとしたため、リアクタンスの設定によって、アンテナ利得、特に、仰角方向のアンテナ利得の改善度合を調整することができる。

【0060】そして、請求項5記載の発明に係るアンテナ装置によれば、導電性部材と受動素子とで接続部材を構成したため、リアクタンスの設定を簡単に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した一例としてのPIFAを使用したアンテナ装置をモデル化して示すもので、(a)はPIFAを取り付けた面側から見たアンテナ装置の正面図、(b)は同じく側面図、(c)は同じく平面図、

(d)は受動素子を介設した場合の側面図である。

【図2】図1の上部金属筐体へのPIFAの配置とX、Y、Z方向を示す部分斜視図である。

【図3】基本的に図1のアンテナ装置によるアンテナ利得Gθを従来例によるもの等とともに示すもので、自由空間中での計算値によるXYパターンの放射特性を示す図である。

【図4】図3と同じく自由空間中での計算値によるZXパターンの放射特性を示す図である。

【図5】図1のアンテナ装置と人体の頭部および手との使用状態の関係をモデル化して示す斜視図である。

【図6】図5と同じく使用状態の関係をモデル化して示す正面図である。

【図7】図1のアンテナ装置と人体の手との使用状態の関係をモデル化して示す側面図である。

【図8】図7と同じく使用状態の関係をモデル化して示す平面図である。

【図9】基本的に図1のアンテナ装置によるアンテナ利得Gθを従来例によるもの等とともに示すもので、人体頭部・手に近接した状態での計算値によるXYパターンの放射特性を示す図である。

【図10】図9と同じく人体頭部・手に近接した状態での計算値によるZXパターンの放射特性を示す図である。

【図11】本発明を適用した第2実施例としてのPIFAを使用したアンテナ装置をモデル化して示すもので、

(a)はPIFAを取り付けた面側から見たアンテナ装置の正面図、(b)は同じく側面図、(c)は同じく平面図、(d)は受動素子を介設した場合の側面図である。

【図12】基本的に図11のアンテナ装置によるアンテナ利得Gθを従来例によるもの等とともに示すもので、自由空間中での計算値によるXYパターンの放射特性を示す図である。

【図13】図12と同じく自由空間中での計算値によるZXパターンの放射特性を示す図である。

【図14】基本的に図11のアンテナ装置によるアンテナ利得Gθを従来例によるもの等とともに示すもので、人体頭部・手に近接した状態での計算値によるXYパターンの放射特性を示す図である。

【図15】図14と同じく人体頭部・手に近接した状態での計算値によるZXパターンの放射特性を示す図である。

【図16】基本的に図11のアンテナ装置によるアンテナ利得Gθを従来例によるもの等とともに示すもので、自由空間中での計算値と測定値によるXYパターンの放射特性を示す図である。

【図17】図16と同じく自由空間中での計算値と測定値によるZXパターンの放射特性を示す図である。

【図18】基本的に図11のアンテナ装置によるアンテ

ナ利得  $G \theta$  を従来例によるもの等とともに示すもので、人体頭部・手に近接した状態での計算値と測定値による X Y パターンの放射特性を示す図である。

【図 19】基本的に図 11 のアンテナ装置による受動素子のリアクタンス成分を変化させた場合のアンテナ利得（水平面内垂直偏波）を従来例によるもの等とともに示すもので、自由空間中での平均利得と最大利得の変化を計算値および測定値で示す図である。

【図 20】図 19 と同じく人体頭部・手に近接した状態での平均利得と最大利得の変化を計算値および測定値で示す図である。

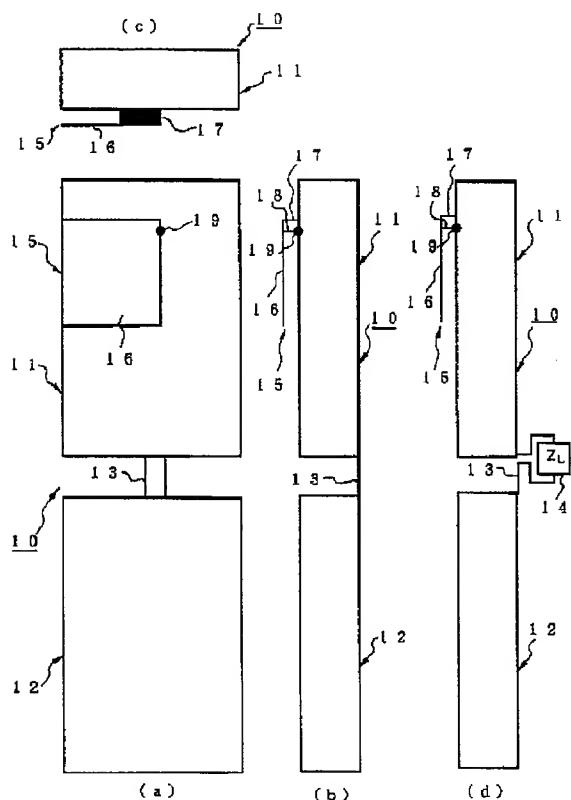
【図 21】従来例として P I F A を使用したアンテナ装置をモデル化して示すもので、(a) は P I F A を取り付けた面側から見たアンテナ装置の正面図、(b) は同

じく側面図、(c) は同じく平面図である。

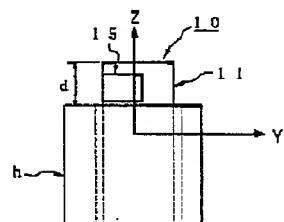
【符号の説明】

- 10 金属筐体
- 11 上部金属筐体
- 12 下部金属筐体
- 13 金属板
- 14 受動素子
- 15 P I F A
- 16 放射素子
- 17 短絡端子
- 18 給電端子
- 19 給電点
- H 人体頭部
- h 手

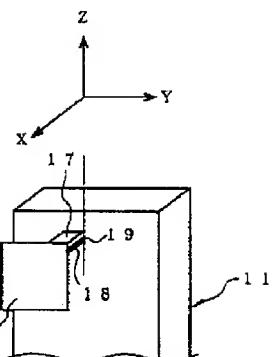
【図 1】



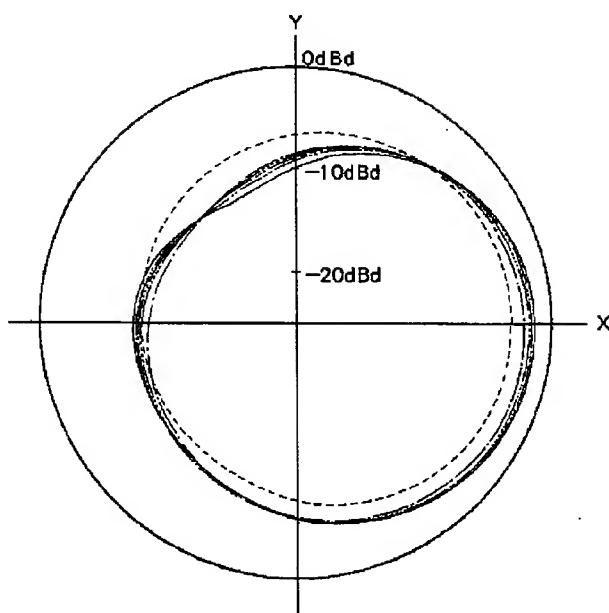
【図 7】



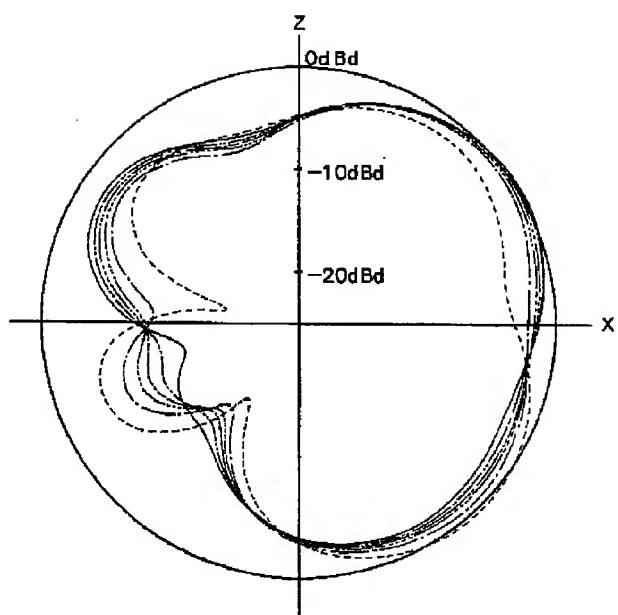
【図 2】



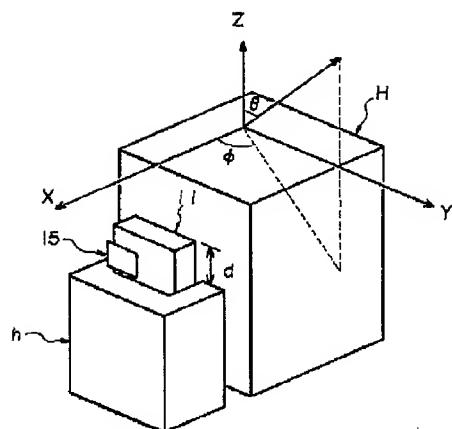
【図 3】



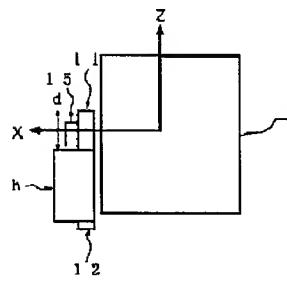
【図4】



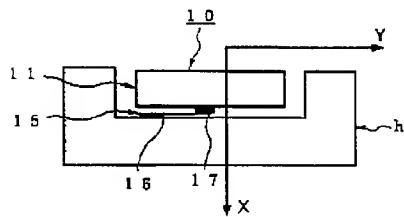
【図5】



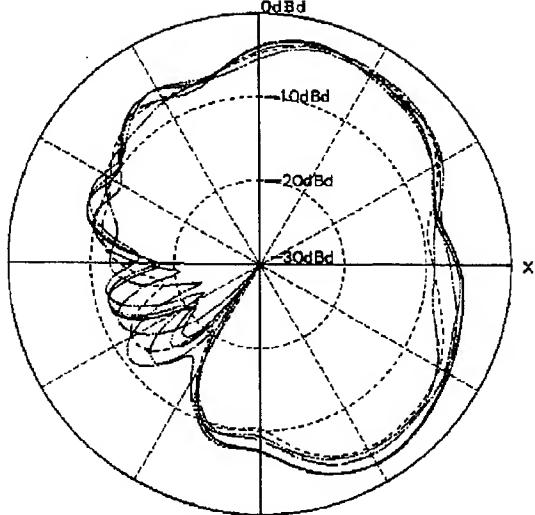
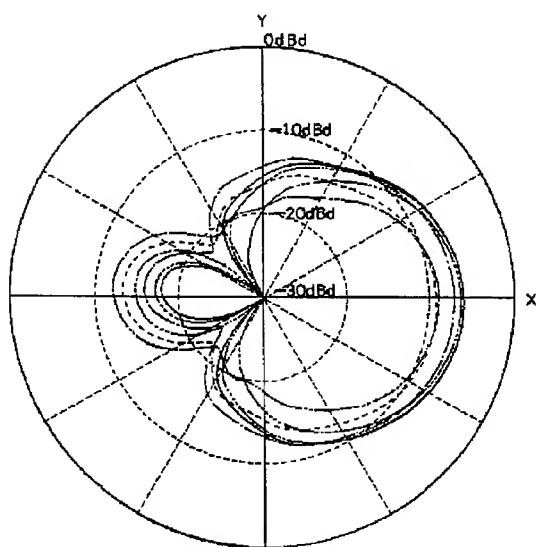
【図6】



【図8】

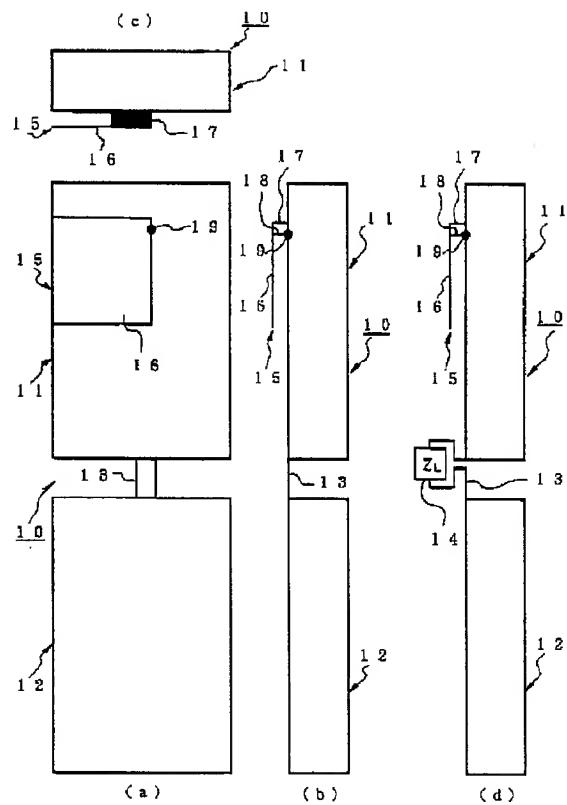


【図9】

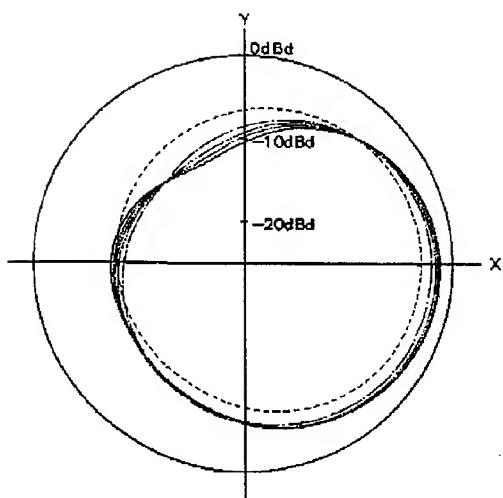


【図10】

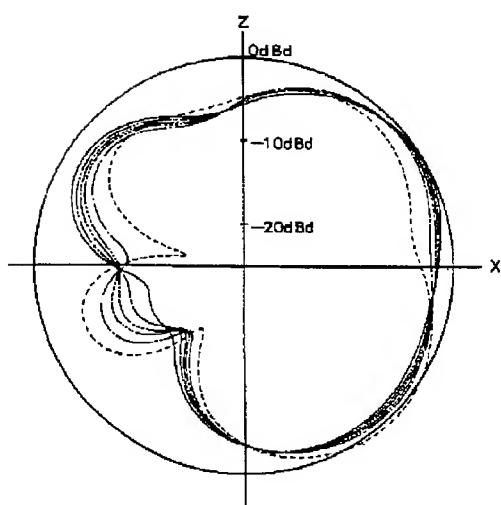
【図11】



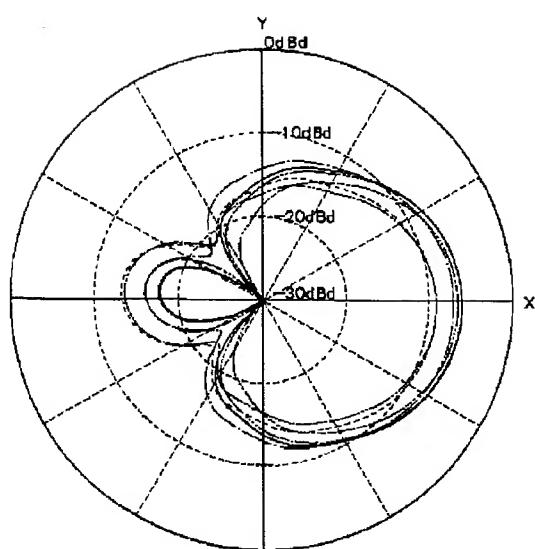
【図12】



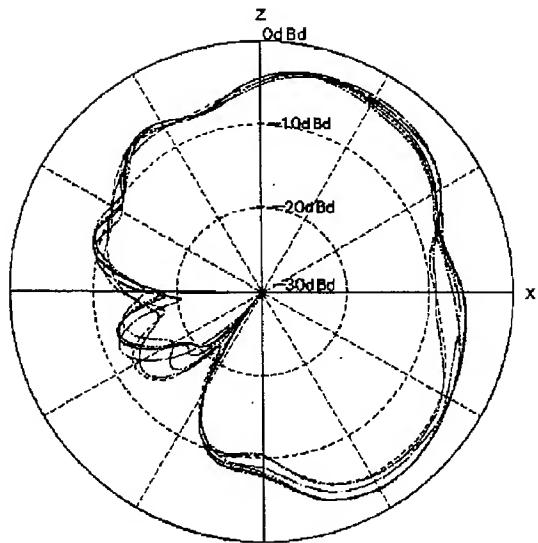
【図13】



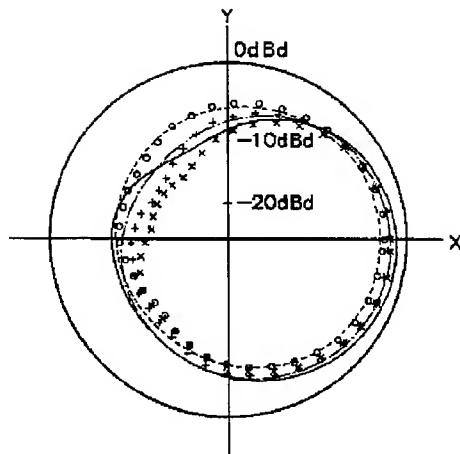
【図14】



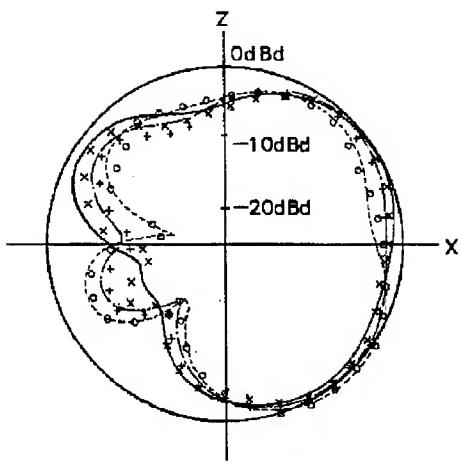
【図15】



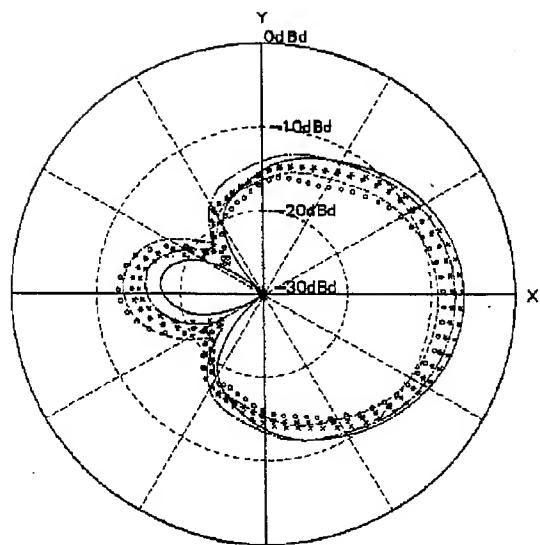
【図16】



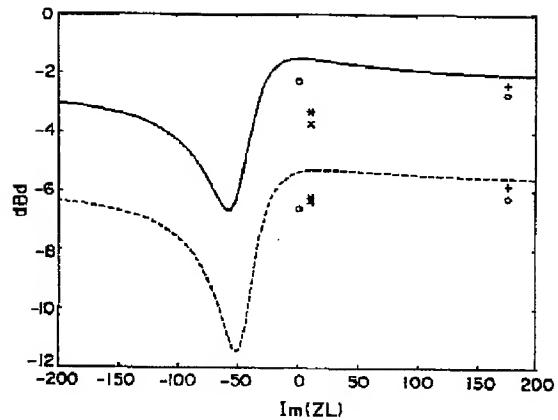
【図17】



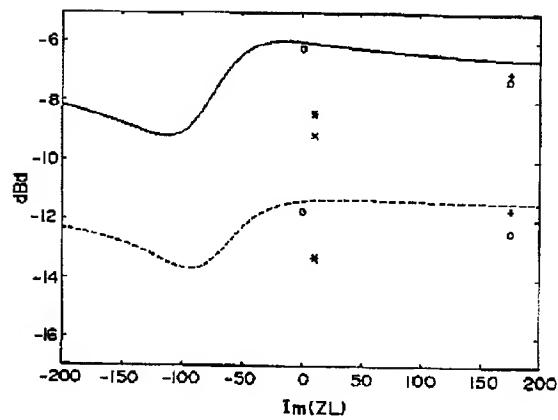
【図18】



【図19】



【図20】



【図21】

